

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-126436

(43)Date of publication of application : 08.05.2002

(51)Int. Cl. B01D 53/04
B01D 53/02
B01D 53/26
B01J 20/34
// B01J 20/18

(21)Application number : 2001-255728 (71)Applicant : BOC GROUP INC:THE
(22)Date of filing : 27.08.2001 (72)Inventor : KUMAR RAVI
HUGGHALLI MADHUSUDHAN
BULOW MARTIN

(30)Priority
Priority number : 2000 648984 Priority date : 28.08.2000 Priority country : US

(54) HEAT SWING ADSORPTION PROCESS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat swing adsorption process for removing nitrogen oxides and vestigial impurities such as hydrocarbons from air before the separation is carried out by low temperature distillation.

SOLUTION: In this heat swing adsorption process three different adsorbent layers are used, namely, the first adsorbent layer is used for removing water mainly, the second adsorbent layer is used for removing carbon dioxide mainly and the third adsorbent layer being the combined adsorbent layer is used for removing nitrogen oxides and hydrocarbons from an air current. In another practical style two different adsorbent layers are used for removing impurities. A single layer of the combined adsorbent can be used for removing water, carbon dioxide, nitrogen oxides and hydrocarbons from the air current.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection][Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-126436

(P 2 0 0 2 - 1 2 6 4 3 6 A)

(43) 公開日 平成14年5月8日 (2002. 5. 8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*]	(参考)
B01D 53/04		B01D 53/04	F 4D012	
53/02		53/02	Z 4D052	
53/26	101	53/26	Z 4G066	
B01J 20/34		B01J 20/34	H	
// B01J 20/18		20/18	D	
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全6頁)				

(21) 出願番号	特願2001-255728 (P 2001-255728)	(71) 出願人	591051184 ザ・ビーオーシー・グループ・インコーポ レーテッド THE BOC GROUP INCOR PORATED アメリカ合衆国ニュージャージー州07974, ニュー・プロヴィデンス, マーレイ・ヒル , マウンテン・アベニュー 575
(22) 出願日	平成13年8月27日 (2001. 8. 27)	(74) 代理人	100089705 弁理士 社本 一夫 (外5名)
(31) 優先権主張番号	0 9 / 6 4 8 9 8 4		
(32) 優先日	平成12年8月28日 (2000. 8. 28)		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱スイング吸着方法

(57) 【要約】

【解決課題】 低温蒸留による分離の前に、空気から窒素酸化物及び炭化水素類等の痕跡不純物を取り除く熱スイング吸着プロセスを提供する。

【解決手段】 本方法は、3種の吸着剤層を利用する。第1の吸着剤層は主として水を除去し、第2の吸着剤層は主として二酸化炭素を除去し、第3の吸着剤層は空気流から窒素酸化物及び炭化水素類を除去する複合吸着剤層である。別の実施形態は、2種の吸着剤層を用いて不純物を取り除く。さらに、空気流から、水、二酸化炭素、窒素酸化物及び炭化水素類を取り除くために複合吸着剤の単層を用いてもよい。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱スィング吸着によってガス流から不純物を取り除く方法であって、ガス流から水を実質的に取り除く第 1 の吸着剤層、ガス流から CO_2 を実質的に取り除く NaX ゼオライト、NaMSX ゼオライト又は NaLSX ゼオライトを含む第 2 の吸着剤層、及び炭化水素除去吸着剤と窒素酸化物除去吸着剤とを含む複合吸着剤を含む第 3 の吸着剤層に、ガス流を連続的に通過させる工程を備えることを特徴とする方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の方法であって、炭化水素除去吸着剤は、A タイプゼオライト、X タイプゼオライト及びシリカゲルからなる群より選択されることを特徴とする方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の方法であって、窒素酸化物除去吸着剤は、A タイプゼオライト、X タイプゼオライト及び Y タイプゼオライトからなる群より選択されることを特徴とする方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の方法であって、窒素酸化物除去吸着剤は、CaLSX タイプゼオライト、CaMSX タイプゼオライト又は CaX タイプゼオライトであることを特徴とする方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の方法であって、CaLSX タイプゼオライトは、ゼオライト層のアルミニウムに対するシリコンの原子比が 0.95~1.05 であり、約 90%~約 100% のカルシウムイオンと、IA 族イオン、カルシウム以外の IIA 族イオン、金以外の IB 族イオン、水銀以外の IIB 族イオン、ランタニドイオン及びこれらの混合物からなる群より選択されるカチオン約 10~約 90% と、を含むカチオン組成物を有することを特徴とする方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の方法であって、IA 族イオンは、リチウム、ナトリウム及びカリウムからなる群より選択されることを特徴とする方法。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の方法であって、複合吸着剤は、形状化された粒子の形態であることを特徴とする方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の方法であって、複合吸着剤は、さらにバインダを含むことを特徴とする方法。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の方法であって、ガス流から水を実質的に取り除く第 1 の吸着剤層と、炭化水素除去吸着剤及び窒素酸化物除去吸着剤を含む第 2 の吸着剤層に、ガス流を連続的に通過させる工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の方法であって、A タイプゼオライト、X タイプゼオライト及びシリカゲルからなる群より選択される第 1 の吸着剤と、A タイプゼオライト、X タイプゼオライト及び Y タイプゼオライトからなる群より選択される第 2 の吸着剤と、を含む複合吸着剤に、ガス流を連続的に通過させる工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項 11】 請求項 1 に記載の方法であって、CaA

単位及び CaX 単位を含むゼオライト組成物に、ガス流を通過させる工程を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空気から炭化水素類及び窒素酸化物類を取り除くための新規な熱スィング吸着 (TSA) 方法に関する。特に、本発明は、空気を酸素と窒素とに分離する空気の低温蒸留 (cryogenic distillation) の前に、予備精製ユニット (PPU) 内で用いるための TSA 方法に関する。

【0002】

【発明の背景】熱交換設備内での固体の形成及びその結果生じる高圧及び低温プロセス (cryogenic process) での安全性の問題を回避するために、酸素と窒素とを生成するための蒸留による低温空気分離 (cryogenic air separation) の前に、種々の痕跡不純物が供給空気から取り除かれなければならない。取り除かれなければならない最も明らかな痕跡空気不純物は、二酸化炭素 CO_2 及び水 H_2O を含む。酸素、窒素及びアルゴンへの蒸留による空気の低温分離の前に、これらのタイプの不純物を予備精製ユニット内で空気から取り除くために、圧力スィング吸着 PSA 及び熱スィング吸着 TSA を用いることを開示する多数の文献がある。

【0003】低温空気分離プラントへの導入前に空気から窒素酸化物を取り除くことの重要性は、最近になって認められたばかりである。窒素酸化物として公知の一酸化二窒素 N_2O の除去は、特に重要である。なぜなら、大気中一酸化二窒素濃度が増加しているからである。 N_2O が温暖化ガス (greenhouse gas) であり、過去 10 年間で大気中 N_2O 濃度 (現在では約 0.3ppm) が定常的に (年間約 0.2~0.3%) 増加していることは、周知である。この増加は、主として、人間の活動並びに種々の化学プロセスからの放出に起因する。低温空気分離ユニット内での過剰 N_2O は、熱交換器内での管の閉塞及び生成物の汚染を引き起こしかねない。 N_2O が空気中で非常に安定であるという事実、すなわち N_2O の大気中での「寿命」が約 150 年にも及ぶという事実ゆえに、現在及び将来にわたり、空気予備精製ユニット中の N_2O の除去が絶対的に必須となる。将来、 N_2O の除去が水及び CO_2 の除去と同様に重要になることが予想される。空気中 N_2O 濃度がさらに増加するにつれ、PPU プロセスの現行体制は、不十分になるであろう。なぜなら、 N_2O は現存の PPU プロセスによっては容易に除去できないからである。したがって、水及び CO_2 ばかりでなく痕跡量の窒素酸化物、特に低温空気分離ユニットに送られている空気中に存在する N_2O を取り除くために、PPU ユニット中で用いるに適当な確実な吸着プロセスを開発することが必要であることは明らかである。加えて、PPU プロセス中での空気からのエタン、プロパン、n-ブタン、イソ-ブタンなどの低分子炭化水素ガス並びにアセチレン、エチレン、プロプレ

ン、n-ブチレン異性体及びイソブチレンなどの非飽和化学種などの炭化水素類の痕跡量の除去に対する大きな注意が払われなければならない。さらに、空気予備精製プロセス中に、炭化水素類及び N_2O や CO_2 などのプラグギング成分 (plugging components) を同時に取り除くことが重要である。プラグギング成分の廃棄は、廃棄物中に炭化水素類を収集して濃縮する機会を創り出すことができる。本発明は、かような溶液、特に、同時に且つ高効率の空気予備精製を目的とする溶液に関する。

【0004】 N_2O は、単に大気中に存在する危険な痕跡不純物であるというだけではない。 N_2O は、プラグギング/プレーティング成分 (plugging/plating component) として集合的に呼ばれる危険な不純物のクラスに入るものである。水及び CO_2 は、PPUプロセスにおいて取り除かれる他のプラグギング/プレーティング成分である。これらの不純物は、極低温で凍結し、通路を閉塞し、冷たい表面上に沈着する。大気中の空気は、さらに、液体酸素と接触するようになってはならない幾らかの炭化水素不純物を含む。典型的には、炭化水素不純物は、保冷器に入り、低压カラムの再沸騰器内の液体酸素受け中に蓄積する。空気分離プロセスは、さらに、これらの不純物のレベルを濃縮し、低压カラム内での濃度をPPU生成物内での濃度の数倍にまで高める。

【0005】液体酸素中のこれらの化合物の可溶性限界及び可燃性限界を越えると、これらの化合物は燃焼し、小さな爆発を引き起こし、極端な場合には蒸留塔内部での燃焼を引き起こすかもしれない。炭化水素不純物の蓄積は、さらに、熱交換器及び再沸騰器の通路内部でも起こり、蒸留塔に見られるような同じ問題を引き起こし得る。この熱交換器の通路内での蓄積は、プラグギング/プレーティング成分の存在によって悪化する。プレートされた N_2O 及び CO_2 は、停滞液体酸素のポケットを作り出すかもしれない、このポケット内では炭化水素類が可燃性限界を超えて蓄積し濃縮し得る。

【0006】プラグギング成分及び炭化水素類が、個々の有害な影響に加えて、ASU安全性に対して組合せによる危険性を呈することは明らかである。これらの観察は、 N_2O ばかりでなく炭化水素類のPPUプロセス内での除去の必要性を際立たせる。本発明は、特に、熱スイング吸着プロセスにおける同時に高い効率での空気の予備精製を目的とするかような溶液に関する。

【0007】

【発明の概要】本発明は、熱スイング吸着によるガス流からの不純物の除去に対する新規な方法を提供する。この方法は、ガス流から水を取り除くことができる第1の吸着剤層に不純物を含むガス流を通過させ、次いで、ガス流から二酸化炭素を取り除くことができる第2の吸着剤層にガス流を通過させる工程を含む。最後に、ガス流から窒素酸化物を取り除くことができる第3の吸着剤層にガス流を通過させる。

【0008】第3の吸着剤層は、窒素酸化物及び一連の炭化水素類を好ましく吸着する少なくとも1種の吸着剤、すなわち「 N_2O 除去吸着剤」と、第1の吸着剤層により吸着されたこれらの炭化水素類をより少量にまで好ましく吸着する少なくとも1種の吸着剤、すなわち「炭化水素除去吸着剤」と、を含む複合吸着剤を具備する。好ましくは、「 N_2O 除去吸着剤」は、CaLSX、CaMSX又はCaXタイプゼオライトであり、「炭化水素除去吸着剤」はCaAタイプゼオライトである。

【0009】本発明に関しては、複合吸着剤は、別々の合成に由来し、押出又はビーズ化又はその他の公知の方法により最終的なタイプのマイクロ粒子に形状化された少なくとも2タイプの吸着剤、例えば上述のゼオライトの一次粒子 (マイクロ粒子) のバインダ材料を用いた物理的混合物として理解される。

【0010】本発明の好ましい実施形態において、ガス流から二酸化炭素及び水分を実質的に除去することができる第1の吸着剤層に不純物を含むガス流を通過させ、次いで、ガス流から炭化水素類及び窒素酸化物を除去し得る第2の吸着剤層にガス流を通過させる工程を含む方法が提供される。この実施形態において、第1の層はゼオライトであり、第2の層は複合吸着剤である。

【0011】本発明の異なる実施形態において、ガス流から水分を実質的に除去し得る第1の吸着剤層に不純物を含むガス流を通過させ、次いでガス流から二酸化炭素、炭化水素類及び窒素酸化物を除去し得る第2の吸着剤層にガス流を通過させる工程を含む方法が提供される。この実施形態において、第1の層は活性アルミナであり、第2の層は複合吸着剤である。

【0012】別の好ましい実施形態において、ガス流から水分、二酸化炭素、炭化水素類及び窒素酸化物を実質的に除去する複合吸着剤に、不純物を含むガス流を通過させろ工程を含む方法が提供される。この実施形態において、複合吸着剤は、第1の吸着剤及び第2の吸着剤を含む。

【0013】本発明の利点は、第4の吸着剤層を用いることと比較して、比較的単純であるということである。複合吸着剤の使用は、熱スイング吸着予備精製ユニットを、低温空気分離ユニットに入る前に水及び二酸化炭素をガス流から除去するばかりでなく、望ましくない窒素酸化物、特に一酸化二窒素、及び不飽和炭化水素類をもガス流から除去するユニットに変換する。これによって、低温蒸留ユニットに入るガス流を実質的に痕跡不純物を有さないものとする。得られた高度に精製された空気流は、低温空気分離ユニットに入り、より安全なプラント操作を可能とし、従前得られていたよりもはるかに高い純度を有する生成物を空気分離ユニットが与えることができるようにする。

【0014】

【発明の詳細な記述】本発明は、熱スイング吸着によっ

てガス流から不純物を取り除く方法を含む。この方法は、ガス流から水を除去する第1の吸着剤層と、ガス流から二酸化炭素を取り除く第2の吸着剤層と、ガス流から窒素酸化物及び炭化水素類の両者を取り除く第3の吸着剤層と、にガス流を連続的に通過させる工程を含む。

【0015】本発明の目的にとって、「実質的に」とは、不純物の「除去」又は「取り除く」に関して用いられる場合には、取り除かれた不純物の少なくとも80%を意味する。

【0016】典型的には、低温空気分離ユニット (ASU) に対する供給物は、水蒸気と、二酸化炭素と、一酸化二窒素、アセチレン、エタン、プロパン及び他の炭化水素類を含む痕跡不純物と、を含む大気空気を含む。供給物は、通常は、水及び二酸化炭素を取り除くためにTSAP予備精製ユニットを通過する。現行のTSA-PPU設計は、この除去には適切であるが、種々の窒素酸化物及び／又は炭化水素類などの痕跡不純物の除去には完全に適切でない。本発明の方法は、空気供給物が窒素 N_2 及び酸素 O_2 の分離用のASUに入る前に、空気供給物から水及び二酸化炭素ばかりでなく窒素酸化物や炭化水素類をも取り除く新規な吸着剤及びTSA-PPU内での吸着剤の配置に関する。本発明の吸着剤及び吸着剤配置は、圧力スイング吸着 (PSA) -PPUプラントにおいても同様に用いることができる。

【0017】第1の吸着剤層は、活性アルミナ (AA) 又はゼオライトNaXであるが、典型的な水吸着物質を用いてもよい。第2の吸着剤層は、ゼオライトX物質、典型的には、アルミニウムに対するシリコンの原子比が0.9~1.1の間にあるゼオライトX物質であると考えられているNaLSXタイプゼオライトである。この物質の結晶構造は、鉱物ファージャサイト (mineral faujasite) の結晶構造であり、国際ゼオライト協会の構造委員会 (Structure Commission of the International Zeolite Association) によりFAUとして示されている。

【0018】第3の吸着剤層は、本願明細書において、「炭化水素吸着剤」とも呼ばれる「炭化水素除去吸着剤」及び本願明細書において「 N_2O 吸着剤」とも呼ばれる「窒素酸化物除去吸着剤」を含む複合吸着剤である。炭化水素吸着剤は、Aタイプゼオライト、Xタイプゼオライト、シリカゲル及び他の非ゼオライト吸着剤からなる群より選択される。 N_2O 吸着剤は、Aタイプゼオライト、Xタイプゼオライト、Yタイプゼオライトからなる群より選択される。好ましい炭化水素吸着剤は、CaAタイプゼオライトであり、好ましい N_2O 吸着剤は、CaLSXタイプゼオライト、CaMSXタイプゼオライト又はCaXタイプゼオライトである。本発明の目的にとって、複合吸着剤は、ガス流中の不純物の性質に応じて、1種以上の炭化水素吸着剤及び1種以上の N_2O 吸着剤を含んでもよい。

【0019】本発明における複合吸着剤は、別々の合成に由来し、押出、ピーズ化又はその他の公知の方法によ

り最終的なマイクロ粒子に形状化された少なくとも2種の吸着剤、例えば上述のゼオライトの一次粒子 (マイクロ粒子) のバインダ材料を用いる物理的混合物として理解される。

【0020】本発明の複合物を形成するための特別の吸着剤配合は、下記の通りである。CaLSXゼオライト、CaMSXゼオライト及びCaXゼオライトは、ゼオライト相、すなわちバインダレス結晶相のアルミニウムに対するシリコンの原子比がそれぞれ、0.9~1.1、1.1~1.15及び1.16~3.0であり、等価交換可能なカチオンが、カルシウムイオン約0~約100%と、他のイオン約100~約0%を含むXタイプゼオライト (FAUゼオライト) である。ここで、他のイオンとは、リチウム、ナトリウム及びカリウムなどのIA族イオンと、カルシウム以外のIIA族イオンと、金以外のIB族イオンと、水銀以外のIIB族イオンと、ランタニド類のイオンと、これらの混合物から選択される。しかし、好ましくは、アルミニウムに対するシリコンの原子比は0.9~1.15であり、本発明の吸着剤のカチオン組成物は、カルシウムイオン約50~約100%及びカチオン約50~約0%を含み、カチオンは、リチウム、ナトリウム及びカリウムなどのIA族イオンと、カルシウム以外のIIA族イオンと、金以外のIB族イオンと、水銀以外のIIB族イオンと、ランタニド類イオンと、これらの混合物とからなる群より選択される。特に好ましくは、アルミニウムに対するシリコンの原子比は0.95~1.05であり、カチオン組成物は、カルシウム約90~約100%及びカチオン約10~約0%を含み、カチオンは、リチウム、ナトリウム及びカリウムなどのIA族イオンと、カルシウム以外のIIA族イオンと、金以外のIB族イオンと、水銀以外のIIB族イオンと、ランタニド類イオンと、これらの混合物とからなる群より選択される。アルミニウムに対するシリコンの原子比が0.9~1.15であるFAU物質と、上述のカチオン組成物とは、本願明細書において、カルシウム低シリコンXタイプゼオライト (CaLSXタイプゼオライト) と名付ける。

【0021】本発明の「 N_2O 吸着剤」としてのXタイプゼオライトの組成におけるカルシウムカチオンの役割は、上述のIIA族及びIIB族金属に加えて、マグネシウム、ストロンチウム、亜鉛及びカドミウムなどの他の2価の金属イオンにより置換可能である。

【0022】複合吸着剤は、 N_2O 吸着剤約2~約98wt.%と、炭化水素吸着剤約98~約2%と、を含む。好ましくは、この範囲は、 N_2O 吸着剤約50wt.%と、炭化水素吸着剤50wt.%である。

【0023】好ましくは、ガス流は空気であり、炭化水素不純物は、メタン、アセチレン、エチレン、プロピレン、エタン、プロパン、n-ブタン、イソ-ブタン、n-ブチレン異性体及びイソ-ブチレンからなる群より選択される。窒素酸化物不純物は、一酸化二窒素、酸化窒素、二酸化窒素、三酸化二窒素及び五酸化二窒素である。

【0024】好ましい実施形態において、本発明のTSAプロセスは、空気PPU中の低温空気分離ユニットの上流側で行われる。複合吸着剤は、好ましくは、CaAタイプゼオライトからなる結晶性ゼオライト部分と、CaLSX、CaMSX又はCaXタイプゼオライトのいずれかと、の結合物質である。ゼオライト部分に関して、複合物中の各吸着剤の比率は、炭化水素吸着剤約2～約98%及びN₂O吸着剤約98～約2%の範囲である。

【0025】本発明の複合吸着剤は、二次粒子（マクロ粒子）として公知の形状化された粒子の形態で用いられる。これらの二次粒子は、一連の方法により、ビーズ、押出物、及び中空押出物などの種々の幾何学形態に形状化されてもよい。形状化プロセスの前に、ゼオライト結晶相に、無機バインダー物質を加える。これらのバインダーは、粒子の必要な機械的強度及び吸収種に関する効果的な物質移動性能特性に必要な後者の粒子の内部での移動マクロポアシステムの創製を可能とする。バインダー含有量は、用いられるバインダー物質のタイプ及び形状化工程のタイプに応じて変更してもよいが、典型的に

は最終生成物の約5～約25wt.%である。

【0026】以下の実施例は、本発明の代表例に過ぎず、本発明を制限するものではない。

【0027】

【実施例】本発明の方法を用いるテストをTSA PPUで実施した。CO₂及びH₂Oに加えて、以下の痕跡不純物をPPUへの空気供給物に注入した：N₂O、CH₄、C₂H₄、C₂H₆、C₃H₈、C₃H₆、C₂H₂及びn-C₄H₁₀。すべての場合において、TSA PPU生成物中のCO₂濃度は、1ppm以下である。市販の吸着生成物、UOPグレードAGP IIのNaXゼオライト、はC₂H₂、CO₂、C₃H₈、n-C₄H₁₀及びH₂Oを完全に除去するが、N₂O、CH₄、C₂H₄、C₂H₆及びC₃H₆を完全には除去しない。同様の結果が、BOC NaLSX PPU 吸着剤の場合にも得られた。

【0028】TSA PPUに対するこのテストの結果をTable 1に報告する。

【0029】

【表1】

TABLE 1

TSA-PPU 性能

供給物圧力 = 86 ~ 110 psia (5.9 × 10⁵ ~ 7.9 × 10⁵ Pa)

供給物温度 = 12 ~ 25 °C

総ビーズ高さ = 59 インチ (149.86 cm)

供給不純物 (濃度 ppm)	検出限界 (ppm)	UOP APG II %除去	BOC NaLSX %除去	本発明の複合吸着剤* %除去
水 (飽和)	1	100	100	100
CO ₂ (400)	0.001	100	100	100
N ₂ O(0.3-0.35)	0.005	35	45	100
CH ₄ (2.2)	0.01	0	0	0
C ₂ H ₂ (0.4-0.48)	0.007	100	100	100
C ₂ H ₄ (1.4-1.6)	0.01	35	40	100
C ₂ H ₆ (1.4)	0.01	10	10	84
C ₃ H ₈ (0.55-0.75)	0.01	100	100	100
C ₃ H ₆ (1.5-1.6)	0.05	40	35	98
n-C ₄ H ₁₀ (1.6-1.8)	0.02	100	100	100

* : 50%CaLSX 及び 50%CaA

【0030】Table 1 からわかるように、50/50 CaLSX/CaA複合物は、N₂O及び炭化水素類を含むすべての痕跡不純物をほぼ完全に除去し得る。本発明を特定の実施形態に関して記述してきたが、本発明の多数の他の形態及び

変形例が当業者には自明であることが明らかである。特許請求の範囲及び本発明は、本発明の技術的範囲に含まれるかのような自明な形態及び変更例をすべて含むと理解されたい。

フロントページの続き

(72)発明者 ラヴィ・クマール
アメリカ合衆国ペンシルバニア州18103,
アレタウン, ノース・ツリーライン・ド
ライブ 991

(72)発明者 マドフスドハン・ヒュッガハリ
アメリカ合衆国ニュージャージー州08873,
サマーセット, チェシャー・コート 423

(72)発明者 マルティン・ビュロウ
アメリカ合衆国ニュージャージー州07920,
バスキング・リッジ, ジェイムスタウン・
ロード 54

F ターム(参考) 4D012 BA02 CA01 CA04 CB16 CD05
CG01 CG02 CG06 CH02
4D052 AA00 CD00 DA06 HA01 HA03
4G066 AA13D AA15D AA16D AA18D
AA22B AA62B CA28 CA51
DA03 GA16